

BIM in der Praxis: Rheintunnel Basel

In Zusammenarbeit mit der Vermessungsabteilung des Bau- und Verkehrsdepartements Kanton Basel-Stadt wurden im Auftrag des Schweizer Bundesamts für Strassen (ASTRA) Bestandsmodelle als Planungsgrundlage für den BIM-Piloten „Rheintunnel Basel“ entwickelt. Ziel des ASTRA-Großprojekts sind die Engpassbeseitigung der Osttangente Basel (A2) und die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit des Nationalstraßennetzes. Für diese Maßnahme realisierte AKG unterschiedliche Aufgaben im Rahmen eines Customizing-Auftrags.

Von **Marco Schrempf**

Ausgangssituation

Federführend bei der Auswahl geeigneter Messmethoden, bei der Planung, Organisation und Durchführung interner und externer Vermessungsleistungen sowie Ansprechpartner bei allen vermessungstechnischen Themen war das Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt: Tiefbauamt, Dokumentation und Vermessung.

AKG übernahm als Dienstleister die Aufgabe der Ableitung von Bruchkanten aus Punktwolken und die Erzeugung großflächiger DGM sowie die Erstellung von Volumenkörpern für Straße und Kanal zur Bereitstellung der Daten in einem kantonalen BIM-Projektraum (siehe Abbildung 2 und 3).

Grundlagendaten

Als Grundlage für die Auswertung standen Daten aus verschiedenen Quellen zur Verfügung: Airborne Laserscanning (ALS), Mobiles Laserscanning (MLS), Ergänzungsmessungen, Stereovideo-/Kamerasysteme sowie hochauflösende



Abb. 1: Engpassbeseitigung Osttangente Basel, neue Tunnelverbindung (rot)
Quelle: ASTRA, Faktenblatt-1 MM, ASTRA-N-NP Daniel Kilcher

Orthophotos u. a. aus Drohnenbefliegungen (siehe Abbildung 4).

Insgesamt galt es, im Zeitraum von sechs Monaten, rund 50 km Bestand auszuwerten (Brückenober- und -untersichten, Tunnel, Autobahnen, Stadtstraßen, Parkanlagen, Tram- und Bahn- gleise). Als Auswertungssystem wurde unter Berücksichtigung der Datenweitergabe VESTRA INFRAVISION

auf DWG-Basis festgelegt. Da im Kanton Basel-Stadt alle jemals erfassten Punktwolken in einer PostgreSQL-Datenbank vorliegen, entschied man sich mithilfe einer dafür bereitgestellten Anwendungsschnittstelle (API), die Punktwolkendatenbank projektspezifisch abzufragen. Die resultierende „handlichere“ und projektrelevante Punktwolkendatei wurde anschließend



Abb. 2: 3D-Viewer

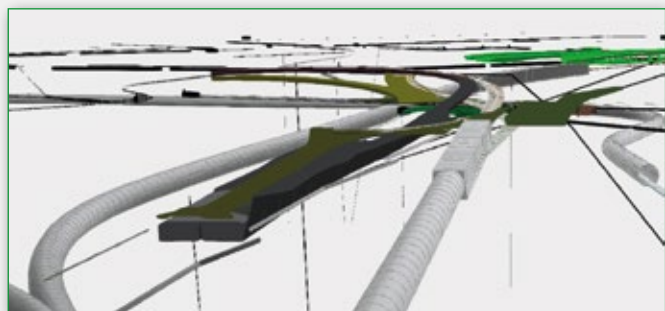


Abb. 3: Volumenkörper für Straße und Kanal



Abb. 4: Die Grundlagendaten wurden aus unterschiedlichen Scan- und Messverfahren erstellt.

mit der VESTRA INFRAVISION Punktwolke zur weiteren Verwendung in VESTRA aufbereitet.

Im Zuge der Projektplanung wurde ein für das Projekt passender Workflow entwickelt, mit dem man präzise, schnell und zuverlässig Bruchkanten aus den bereitgestellten Punktwolken ableiten kann. Die wesentlichen Abläufe sind nachfolgend beschrieben:

1. Achsen und Profilbreiten

Die Festlegung von Achsen und Profilbreiten erfolgte durch das Bau- und Verkehrsdepartement Kanton Basel-Stadt innerhalb des Projektbereichs, das vorgegebene Auswertgebiet bestand aus fünf Abschnitten: Birsfelden, Hagnau, Klybeck, Badischer Bahnhof und Wiese. Diese wurden von ortskundigen Mitarbeitern des Kantons Basel-Stadt in insgesamt 125 Achsen mit Profilbreiten von 10 bis 80 m unterteilt. Diese Basisarbeit war der Grundstein für das Abrufen und Aufbereiten der Punktwolkenbereiche sowie für die eigentliche Auswertung; die Ableitung von Bruchkanten aus Punktwolken. Analog zu einem großen Straßenbauprojekt konnten die Zuordnung und Auswertung mit mehreren Mitarbeitern über die fünf Auswertgebiete und über die eindeutigen Achsbereiche erfolgen. Die Dokumentation des Projektfortschritts sowie die Qualitätssicherung waren durch die Aufteilung in Achsen denkbar einfach.

2. Datenabruf

Der Abruf projektrelevanter Daten erfolgte aus der globalen Punktwolken-datenbank über eine API. Jede der Achsen liegt koordinatenmäßig eindeutig fest. Ziel ist es, einen Achskorridor als Umgrenzung für die API bereitzustellen, sodass die Punkte der Punktwolke nur in diesem Bereich als Datei zurückgegeben werden. Dies wurde über eine Standard-VESTRA-Funktionalität und die Ausgabe einer Excel-Tabelle gelöst. Am Ende erhielt jede Achse ihre eigene, für ihren Auswertebereich passende Punktwolke.

3. Achsbezogene Bruchkanten-erfassung über Querprofile

Jede Achse besitzt im Prinzip ihre eigene Punktwolke. Im Querschnitt von VESTRA INFRAVISION kann für jede Achse eine Punktwolke temporär dargestellt werden. Diese Transformation der Punktwolke auf die Achse geschieht für jede Querprofilstation „on the fly“, ebenso die Einstellung von Details wie Punktdichte, Breitenangaben etc. Mit Hilfe des Horizontlinieneditors können nun Linienhorizonte auf der Vorlage der

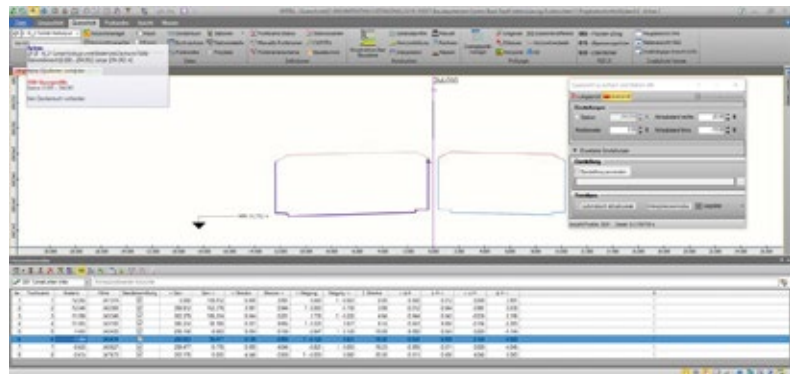


Abb. 5: Punktwolke und erfasste Linienhorizonte im Querschnitt – Kunstkörperimport Lageplan über identische Punktnamen

Punktwolke digitalisiert werden (siehe Abbildung 5).

Mit Blick auf das DGM wird bei Bauwerken jeweils ein Linienhorizont zur Erfassung der Ober- und Untersicht und im Tunnel-/Unterführungsbereich je ein Linienhorizont für Decke und Boden benötigt. Die Seitenwände wurden im Projekt dem Boden zugeordnet. Apropos Wände: Die Ober- und Unterkanten werden mit wenigen Millimetern (≥ 1 mm) seitlichen Abstands zueinander erfasst, damit sie später bei der DGM-Berechnung vermascht und dargestellt werden können.

Die Stützpunkte der im Querschnitt digitalisierten Linienhorizonte erhalten in jedem Profil ihren eindeutigen Punktnamen. Im Detail kommt es darauf an, dass man innerhalb von Stationsbereichen für jede dieser Stationen eine identische Punktzahl mit identischer Punktnummer vergibt. Das ist entscheidend, da bei der Übernahme der Querprofilpunkte in den Lageplan die Linienbildung in Längsrichtung über die identischen Punktnamen erfolgt. Das erklärt auch, warum man eine Achse bei der Auswertung in einzelne Abschnitte unterteilt.

Wie Abbildung 5 zeigt, erhält der Stützpunkt der „Oberkante Seitenwand“ an jeder erfassten Profilstation den Punktnamen 1, die Unterkante den Punktnamen 2. Insgesamt gibt es im Beispiel acht thematisch zu vergebende Punktnamen. Beim Kunstkörperimport in den Lageplan werden damit alle Punkte mit Punktnamen 1 in Längsrichtung verbunden, alle mit Punktnamen 2 bis 8 analog. In der Summe entstehen acht dreidimensionale Linien im Lageplan, die anschließend die Grundlage der DGM-Berechnung bilden. Im Anschluss an die DGM-Berechnung finden in VESTRA die Fehlerbetrachtung und Korrektur statt. Zur optischen Kontrolle bietet sich der BIM-Viewer an, mit dem gegebenenfalls neben den automatisch gesetzten Attributen noch weitere Attribute hinzugefügt und/oder bestehende geändert werden können.

Die Methode der Ableitung von Bruchkanten über Querprofile eignet sich hervorragend für Ober- und Untersichten von Ingenieurbauwerken wie Brücken und Tunnel, aber auch für Bereiche mit abschnittsweise regelmäßigen Querprofilen (z. B. Außerortsstraßen, siehe Abbildung 6).

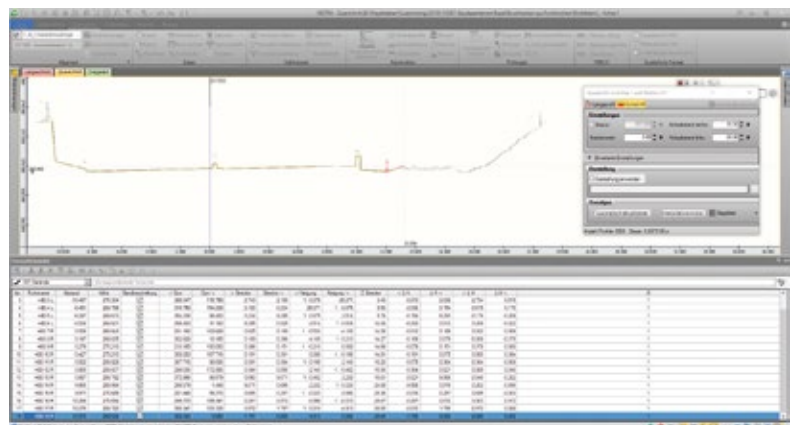


Abb. 6: Ableitung von Bruchkanten über Querprofile (Beispiel Außerortsstraßen)

4. Bruchkantenerfassung im Lageplan mit 4-View-Lupe

Für eine achsunabhängige Erfassung von Bruchkanten ist die 4-View-Lupe ein bewährtes Werkzeug. Es gibt hierbei unterschiedliche Möglichkeiten der Herangehensweise. Letztendlich ist das Prinzip aber immer dasselbe: Bruchkanten werden in erster Näherung digitalisiert, anschließend wird die exakte Lage- und Höhenbestimmung mittels 4-View-Lupe vorgenommen. Die Lupe wird über „Neu zeichnen“ oder „Linieneditor“ auf der Registerkarte „DGM“ aufgerufen und zeigt den im Lageplan rot markierten Linienpunkt in den maximal vier korrespondierenden Ansichten an. Jede Ansicht hat ihre eigenen Einstellungen bezüglich Darstellung von Originalpunkten, Korridor und Ausdehnung. Durch Klicken mit der Maus in der Ansicht wird der Punkt in Lage und Höhe verschoben. Mit Doppelklick wird die neue Koordinate an den aktuellen Linienstützpunkt übergeben (siehe Abbildung 7).

Die Verwendung der 4-View-Lupe eignet sich besonders gut dort, wo es einen permanenten Wechsel der Bestandsituation gibt z. B. im Innerortsbereich oder wo eindeutige Kanten wie Borde, Mauern usw. ersichtlich sind. Man digitalisiert z. B. als erste Näherung in der Lage auf einem hochauflösenden Orthophoto und vergibt anschließend eine Zirkahöhe. Nebenbei bemerkt, liefern Drohnen hierbei eine hervorragende Auflösung. Die exakte Lage- und Höhenbestimmung erfolgt dann, wie oben beschrieben, im Nachhinein in der Lupe selbst (Linieneditor). Die digitalisierte Lage und die vergebene Zirkahöhe vereinfachen das Handling mit der Lupe enorm, weil sich dadurch das Fadenzentrum der Lupe bereits sehr nahe an der Zielkoordinate befindet und die Feinjustierung der endgültigen Lage- und Höhenkoordinate präzise durchgeführt werden kann. Interessant ist die Anwendung der 4-View-Lupe auch in Kombination mit dem VESTRA INFRAVISION-Befehl „Parallele zu Linie (mit Höhenversatz)“. Mauern, Inseln und Borde lassen sich damit sehr schnell abbilden. Im Projekt wurden die über das Querprofil erfassten Bruchkanten im Übrigen häufig nachträglich über den Linieneditor nochmals verdichtet, korrigiert oder erweitert.

Aus den Bruchkanten wurden für jeden Projektabschnitt möglichst großflächige, thematisch zusammenhängende DGM berechnet. Dieses Ziel stellte eine große Herausforderung dar,

da im Basler Verkehrsnetz oft mehrere übereinanderliegende Ebenen für Fußgänger, Radfahrer, Straßenbahn und Autoverkehr vorzufinden sind (siehe Abbildung 8).

Ein Blick in die zu Beginn erfasste Tunnelröhre verdeutlicht die Komplexität der erstellten Modelle (siehe Abbildung 9 und 10).

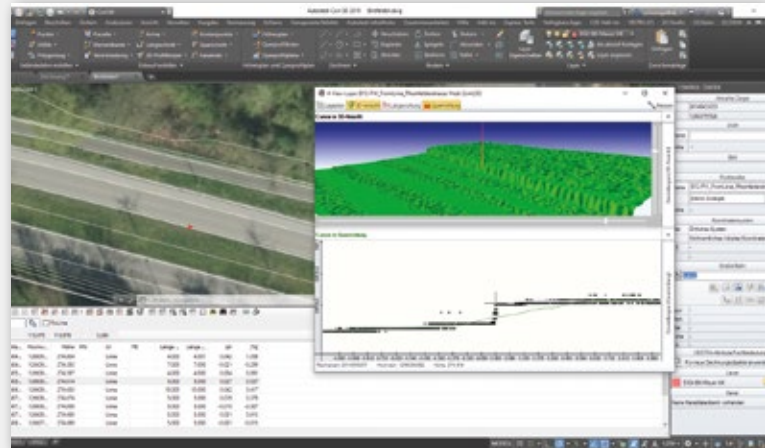


Abb. 7: Erfassung von Bruchkanten über die 4-View-Lupe

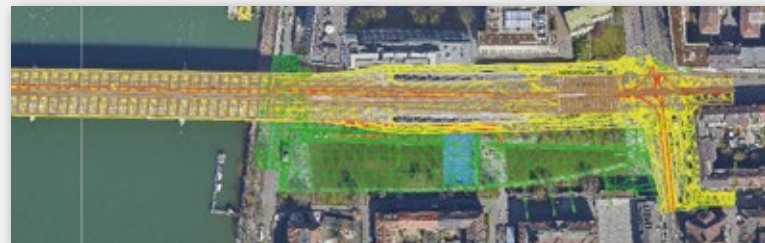


Abb. 8: Insgesamt acht DGM aus Bruchkanten decken den kompletten Projektabschnitt Klybeck ab.



Abb. 9: Blick in den erstellten Bestandstunnel Horburg im Abschnitt Klybeck



Abb. 10: Blick auf die Bestandsmodelle im Abschnitt Klybeck

Die erzeugten DGM wurden zur Qualitätskontrolle und zur kantons-internen Veröffentlichung an den GeoViewer-Kartendienst und nach Autodesk BIM 360 übergeben. Im GeoViewer werden alle bestehenden Grundlagendaten (Kataster, Bestandsvermessungen, Punktwolken, Befahrungsvideos, Rheinüberwachung, Gebäudetiefen, Orthophotos, Kanalbestand u. v. m.) zentral in einer Datenbank verwaltet (siehe Abbildung 11).

Die 3D-Datenbankkomponente macht es zudem möglich, BIM-Modelle zu verwalten und anzuzeigen. Einem parallel durchgeführten Customizing-Projekt ist es zu verdanken, dass auch die bestehende Kanaldatenbank (Oracle) in VESTRA INFRAVISION migriert werden konnte und daraus Volumenkörper für Schächte und Haltungen erzeugt wurden. Zur Darstellung von Bestand und Vorplanung wurden in VESTRA INFRAVISION schließlich auch die Planungsentwürfe nachkonstruiert und ebenfalls als Volumenkörper bereitgestellt. Sowohl im GeoViewer als auch in Autodesk BIM 360 wird der hohe Detaillierungsgrad des Gesamtprojekts in beeindruckender Weise sichtbar.

Dipl.-Ing. (FH) Marco Schrempf



Der Autor ist bei der AKG Software Consulting GmbH Leiter des Bereichs „Customizing“.



Mit Customizing unterstützen wir Sie bei der unternehmensweiten Vereinheitlichung von Arbeitsabläufen und Planausgaben sowie bei der Einführung der Software – passgenau und kostensparend.

- Erfolgreiche Software-Einführung
- Analyse von Arbeitsprozessen
- Festlegung passgenauer Workflows
- Definition von Bürostandards und Planausgaben
- Erstellung unternehmensweiter Vorlagen

schrempf@akgsoftware.de

+49 (0)76 34/56 12-0

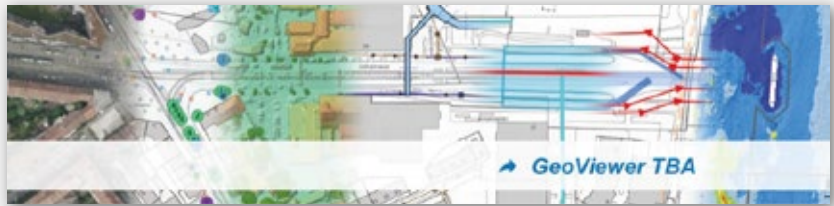


Abb. 11: Kartendienst „GeoViewer“ vom Tiefbauamt Basel-Stadt

Weitere Bilder vom Projekt:



Abb. 12: Bereich Birsfelden außerorts

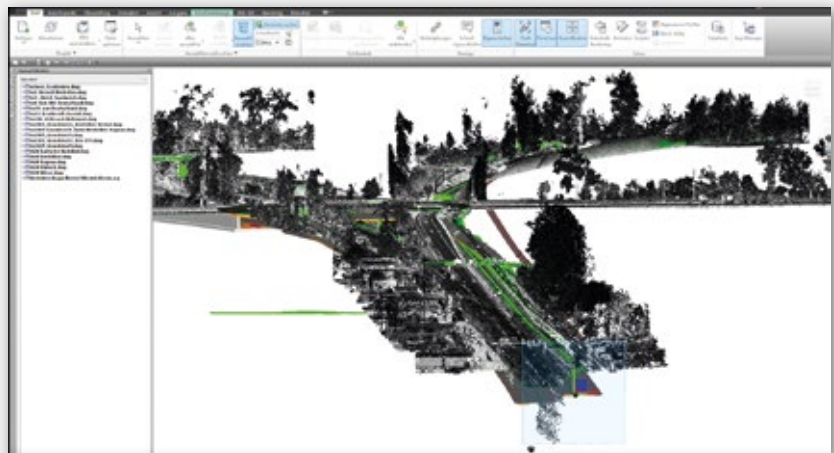


Abb. 13: Schnitt in Autodesk Navisworks

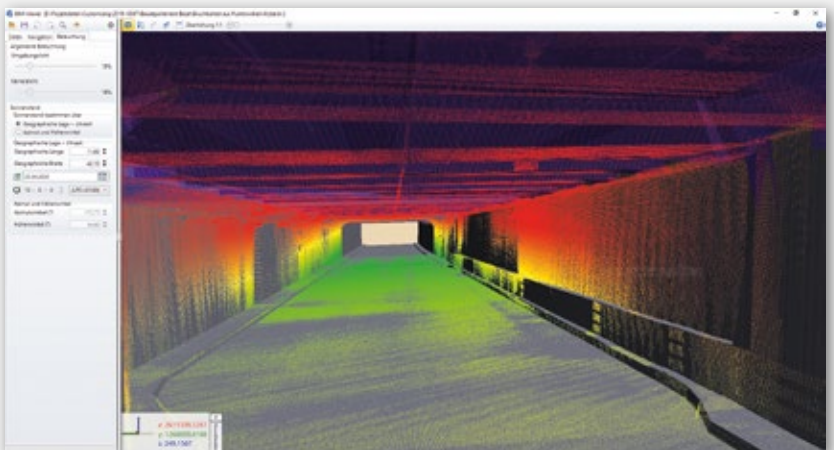


Abb. 14: Horburgtunnel: Bestandsmodelle mit Scan überlagert